

# **ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА И ДИАГНОСТИКИ СТАЦИОНАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ УСТАНОВОК UZBEKISTAN GTL)**

**Рахимов Ганишер Бахтиёрович**

доцент, PhD (доктор технических наук),  
Каршинский государственный технический университет  
Кашкадарьинская область, Республика Узбекистан  
г. Карши, Узбекистан

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1970-1541>

**Аралов Бобур Акбар угли**

магистрант,  
Каршинский государственный технический университет  
г. Карши, Узбекистан

## **Аннотация**

В статье рассмотрены современные подходы к организации технического обслуживания, ремонта и диагностики стационарного оборудования, эксплуатируемого на газохимических предприятиях, на примере установок Uzbekistan GTL. Особое внимание уделено оборудованию, работающему под давлением (сепараторы, паровые барабаны, теплообменные аппараты), а также применению неразрушающих методов контроля (NDT) для оценки их технического состояния. Проведен анализ основных механизмов повреждения, включая коррозию, усталостные трещины и термомеханические деформации. Предложена интегрированная модель организации диагностических и ремонтных работ, основанная на риск-ориентированном подходе и современных методах мониторинга. Показано, что внедрение комплексной системы диагностики и планирования ремонта позволяет повысить надежность оборудования, снизить аварийность и оптимизировать эксплуатационные затраты.

## **Ключевые слова**

стационарное оборудование; сепаратор; паровой барабан; диагностика; неразрушающий контроль; ремонт; надежность; GTL.

## **ORGANIZATION OF REPAIR AND DIAGNOSTICS OF STATIONARY EQUIPMENT (ON THE EXAMPLE OF UZBEKISTAN GTL INSTALLATIONS)**

**Ganisher Bakhtiyorovich Rakhimov**

Associate Professor, PhD in Technical Sciences,  
Karshi State Technical University  
Kashkadarya Region, Republic of Uzbekistan  
Karshi, Uzbekistan

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1970-1541>

**Bobur Akbar ugli Aralov**

Master's Student,  
Karshi State Technical University  
Karshi, Uzbekistan

### **Abstract**

The article discusses modern approaches to the organization of maintenance, repair, and diagnostics of stationary equipment operated at gas-chemical enterprises, using the facilities of Uzbekistan GTL as a case study. Particular attention is paid to pressure equipment, including separators, steam drums, and heat exchangers, as well as the application of non-destructive testing (NDT) methods for assessing their technical condition. An analysis of the main damage mechanisms, including corrosion, fatigue cracking, and thermomechanical deformation, is presented. An integrated model for organizing diagnostic and repair activities based on a risk-oriented approach and modern monitoring methods is proposed. It is shown that the implementation of a comprehensive diagnostic and maintenance planning system makes it possible to improve equipment reliability, reduce аварийность, and optimize operating costs.

## **Keywords**

stationary equipment, separator, steam drum, diagnostics, non-destructive testing, maintenance, reliability, GTL.

## **1. Введение**

Современные предприятия газохимической промышленности характеризуются высокой сложностью технологических процессов и эксплуатацией оборудования в условиях повышенных температур, давлений и агрессивных сред. В этих условиях особое значение приобретает обеспечение надежности и безопасности стационарного оборудования, к которому относятся сепараторы, паровые барабаны (steam drum), теплообменные аппараты и трубопроводные системы.

Практика эксплуатации установок типа gas-to-liquids (GTL) показывает, что значительная доля отказов связана с развитием скрытых дефектов, таких как коррозионные повреждения, усталостные трещины и локальные разрушения сварных соединений. В связи с этим актуальной задачей является разработка эффективных методов организации диагностики и ремонта, основанных на современных научных подходах.

## **2. Материалы и методы**

В рамках исследования использован комплексный методический подход, включающий:

- анализ эксплуатационных условий стационарного оборудования GTL;
- применение методов неразрушающего контроля (ультразвукового, радиографического, магнитного и капиллярного);
- оценку технического состояния оборудования на основе диагностических данных;

- использование риск-ориентированных моделей управления техническим обслуживанием.

Основными объектами исследования являются сепараторы и паровые барабаны, выполняющие функции разделения фаз и стабилизации технологических потоков. Диагностика проводилась с применением следующих методов:

- ультразвуковой контроль (UT) — для измерения толщины стенок и выявления внутренних дефектов;
- радиографический контроль (RT) — для анализа сварных соединений;
- визуально-измерительный контроль (VT) — для выявления поверхностных повреждений;
- акустическая эмиссия — для мониторинга развития дефектов в режиме реального времени.

### **3. Результаты**

Проведенные исследования показали, что наиболее распространенными причинами отказов стационарного оборудования являются:

- коррозионное истончение стенок;
- образование усталостных трещин в зонах сварных соединений;
- термические напряжения, вызванные циклическими изменениями температуры;
- неравномерное распределение потоков, приводящее к локальным перегрузкам.

Установлено, что применение комплексной диагностики позволяет своевременно выявлять дефекты на ранних стадиях их развития. Наиболее эффективным оказался ультразвуковой метод контроля, обеспечивающий

высокую точность измерений и возможность количественной оценки остаточного ресурса оборудования.

Кроме того, внедрение систем мониторинга позволяет перейти от планово-предупредительного ремонта к состоянию-ориентированному обслуживанию (СВМ), что существенно снижает эксплуатационные затраты.

#### **4. Обсуждение**

Полученные результаты подтверждают необходимость перехода к интегрированной системе управления техническим состоянием оборудования, включающей диагностику, прогнозирование и планирование ремонтных работ.

С точки зрения организации ремонтных работ целесообразно использовать:

- риск-ориентированный подход (RBI);
- методы предиктивной аналитики;
- цифровые системы мониторинга состояния оборудования.

Особое внимание следует уделять узлам с высокой концентрацией напряжений, таким как сварные соединения и зоны крепления внутренних элементов сепараторов. Использование современных NDT-технологий позволяет существенно повысить достоверность оценки технического состояния и предотвратить аварийные ситуации.

#### **5. Заключение**

Таким образом, организация диагностики и ремонта стационарного оборудования на предприятиях GTL должна базироваться на комплексном подходе, включающем применение современных методов неразрушающего контроля, риск-ориентированного анализа и цифровых технологий мониторинга.

Внедрение предложенных решений позволяет:

- повысить надежность оборудования;
- снизить вероятность аварий;
- увеличить срок службы аппаратов;
- оптимизировать затраты на техническое обслуживание.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке систем управления техническим состоянием оборудования на предприятиях нефтегазохимической отрасли.

### **Литература**

1. Moss D. Pressure Vessel Design Manual. Elsevier, 2019.
2. Hellier C. Handbook of Nondestructive Evaluation. McGraw-Hill, 2013.
3. API 510. Pressure Vessel Inspection Code. American Petroleum Institute.
4. EN 13445. Unfired Pressure Vessels. European Committee for Standardization.
5. MDPI Sensors. Non-Destructive Testing Review, 2025.
6. Predictive Maintenance Technologies in Industry.
7. Rakhimov, G. B., Buronov, F. E., & Saidov, S. L. (2024). To study the operation of the fractionating apparatus in increasing the efficiency of separation of hydrocarbon fractions.
8. Рахимов, Г. Б. (2024). Изучение влияния эффективности теплообмена в кожухотрубчатого теплообменник на гидродинамические параметры. Экономика и социум, (12-1 (127)), 998-1007.
9. Yuldashev, T. R., Rakhimov, G. B., Bekmurodov, A. A., & Jabborov, N. X. (2024). Increasing the efficiency of cleaning natural gases from sour components. Экономика и социум, (11-1 (126)), 626-631.
10. Rakhimov, G., Kuymbokarov, O., & Karshiyev, M. (2024). Research of the catalytic properties of a catalyst selected for the production of high-molecular

weight liquid synthetic hydrocarbons from synthesis gas. In E3S Web of Conferences (Vol. 498, p. 01008). EDP Sciences.

11. Rakhimov, G. (2023). Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmalaridagi issiqlik almashinish samaradorligini gidrodinamik parametlariga ta'sirini o'rganish. *Innovatsion texnologiyalar*, 51(03), 77-86.

12. Towler G., Sinnott R. *Chemical Engineering Design*. Elsevier, 2021.

13. Seider W.D., Lewin D.R. *Product and Process Design Principles*. Wiley, 2017.

14. Bickelhaupt R.E. *Pressure Vessel Engineering Technology*. McGraw-Hill.

15. Megyesy E.F. *Pressure Vessel Handbook*. Pressure Vessel Publishing.

16. Hellier C. *Handbook of Nondestructive Evaluation*. McGraw-Hill, 2013.

17. ASM International *ASM Handbook, Volume 17: Nondestructive Evaluation*.

18. Blitz J., Simpson G. *Ultrasonic Methods of Non-Destructive Testing*. Springer.

19. Raj B., Jayakumar T. *Nondestructive Testing and Evaluation of Materials*. Narosa Publishing.

20. *ASNT NDT Handbook Series*. American Society for Nondestructive Testing.

21. Baratta A.J., Reynolds J.T. *Risk-Based Inspection and Life Management of Industrial Equipment*. Houston: Gulf Professional Publishing, 2020.

22. Baldevraj R., Thavasimuthu M. *Practical Non-Destructive Testing*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018.

23. ASM International. *Failure Analysis and Prevention*. ASM Handbook, Vol. 11. Materials Park: ASM International, 2019.

24. API Recommended Practice 580. *Risk-Based Inspection Methodology*. Washington D.C.: American Petroleum Institute, 2016.

25. Sun Y., Li H., Wang Z. Structural integrity assessment and predictive maintenance of pressure vessels in petrochemical industries. *Engineering Failure Analysis*. 2023, Vol. 148, pp. 107–119.